

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-156394

(P2013-156394A)

(43) 公開日 平成25年8月15日 (2013.8.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2F 1/1333 (2006.01)	GO2F 1/1333	2H189
GO2F 1/13363 (2006.01)	GO2F 1/13363	2H191

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2012-16128 (P2012-16128)	(71) 出願人	000103747
(22) 出願日	平成24年1月30日 (2012.1.30)		京セラディスプレイ株式会社
			滋賀県野洲市市三宅641-1
		(74) 代理人	100103090
			弁理士 岩壁 冬樹
		(74) 代理人	100124501
			弁理士 塩川 誠人
		(72) 発明者	早田 祐二
			東京都荒川区東日暮里5丁目7番18号
			オプトレックス株式会社内
		Fターム (参考)	2H189 AA27 HA16 JA10 JA30 JA33
			LA03 LA16 LA17
			2H191 FA22X FA22Z FA30X FA30Z FD10
			FD13 GA04 HA11 HA34 HA37
			JA10 LA21

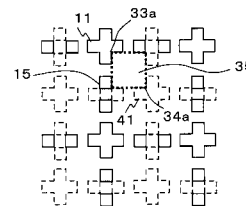
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】低デューティ比で駆動される表示部と高デューティ比で駆動される表示部とを含む場合に、両表示部の明るさを近づける電圧の調整を容易にする。

【解決手段】観察者方向から見たときに、第1の透明電極の十字形の開口部とその十字形の開口部に最も近い第2の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域(35)である第1サブ画素領域の一辺の長さが、第3の透明電極の十字形の開口部とその十字形の開口部に最も近い第4の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域(35)である第2サブ画素領域の一辺の長さより短いことを特徴とする。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

低デューティ比で駆動される第 1 液晶表示パネルと、
高デューティ比で駆動される第 2 液晶表示パネルとを備え、
前記第 1 液晶表示パネルは、
第 1 の透明電極が配置された第 1 透明基板と、
前記第 1 の透明電極に対向する第 2 の透明電極が配置された第 2 透明基板と、
前記第 1 透明基板と前記第 2 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないとき
に垂直配向となる第 1 液晶層とを含み、

前記第 1 の透明電極および前記第 2 の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片
の開口部が格子状に設けられ、

前記第 1 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前
記第 2 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じで
あり、当該第 2 の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、
前記第 1 の透明電極において縦方向および横方向に 2 つずつ並ぶ 4 つの十字形の開口部の
対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置し、

前記第 2 液晶表示パネルは、
第 3 の透明電極が配置された第 3 透明基板と、
前記第 3 の透明電極に対向する第 4 の透明電極が配置された第 4 透明基板と、
前記第 3 透明基板と前記第 4 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないとき
に垂直配向となる第 2 液晶層とを含み、

前記第 3 の透明電極および前記第 4 の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片
の開口部が格子状に設けられ、

前記第 3 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前
記第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じで
あり、当該第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、
前記第 3 の透明電極において縦方向および横方向に 2 つずつ並ぶ 4 つの十字形の開口部の
対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置し、

観察者方向から見たときに、前記第 1 の透明電極の十字形の開口部と当該十字形の開口
部に最も近い前記第 2 の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点と
する正方形の領域である第 1 サブ画素領域の一辺の長さが、前記第 3 の透明電極の十字形
の開口部と当該十字形の開口部に最も近い前記第 4 の透明電極の十字形の開口部の対向す
る凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域である第 2 サブ画素領域の一辺の長さより
短い

ことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】

低デューティ比で駆動される第 1 液晶表示パネルと、
高デューティ比で駆動される第 2 液晶表示パネルとを備え、
前記第 1 液晶表示パネルは、
第 1 の透明電極が配置された第 1 透明基板と、
前記第 1 の透明電極に対向する第 2 の透明電極が配置された第 2 透明基板と、
前記第 1 透明基板と前記第 2 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないとき
に垂直配向となる第 1 液晶層とを含み、

前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、規則的に
配置された複数の L 字形の開口部が設けられ、

前記各 L 字形の開口部は、少なくとも前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明電極とが重
なる領域内で、当該開口部が設けられる透明電極が、複数の矩形のサブ画素領域であって
隣接するサブ画素領域に接続される接続部を 3 つの角に有する複数の矩形のサブ画素領域
に分割されるように設けられ、

前記第 2 液晶表示パネルは、

第 3 の透明電極が配置された第 3 透明基板と、

前記第 3 の透明電極に対向する第 4 の透明電極が配置された第 4 透明基板と、

前記第 3 透明基板と前記第 4 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第 2 液晶層とを含み、

前記第 3 の透明電極および前記第 4 の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状に設けられ、

前記第 3 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前記第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、当該第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、前記第 3 の透明電極において縦方向および横方向に 2 つずつ並ぶ 4 つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置する

ことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 3】

低デューティ比で駆動される第 1 液晶表示パネルと、

高デューティ比で駆動される第 2 液晶表示パネルとを備え、

前記第 1 液晶表示パネルは、

第 1 の透明電極が配置された第 1 透明基板と、

前記第 1 の透明電極に対向する第 2 の透明電極が配置された第 2 透明基板と、

前記第 1 透明基板と前記第 2 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第 1 液晶層とを含み、

前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、I 字型の開口部が設けられ、

前記 I 字型の開口部が設けられる透明電極には、第 1 の方向に所定の間隔で設けられる I 字型の開口部の集合である第 1 の開口部集合が複数設けられ、前記第 1 の方向に対して垂直な第 2 の方向に所定の間隔で設けられる I 字型の開口部の集合である第 2 の開口部集合が複数設けられ、

前記第 1 の開口部集合同士は平行に設けられ、

前記第 2 の開口部集合同士は平行に設けられ、

前記第 1 の開口部集合に属する I 字型の各開口部の間に、前記第 2 の開口部集合に属する I 字型の開口部が設けられ、

前記第 2 の開口部集合に属する I 字型の各開口部の間に、前記第 1 の開口部集合に属する I 字型の開口部が設けられ、

前記第 2 液晶表示パネルは、

第 3 の透明電極が配置された第 3 透明基板と、

前記第 3 の透明電極に対向する第 4 の透明電極が配置された第 4 透明基板と、

前記第 3 透明基板と前記第 4 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第 2 液晶層とを含み、

前記第 3 の透明電極および前記第 4 の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状に設けられ、

前記第 3 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前記第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、当該第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、前記第 3 の透明電極において縦方向および横方向に 2 つずつ並ぶ 4 つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置する

ことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 4】

L 字形の開口部が設けられている透明電極に対向する透明電極に、各サブ画素領域の中央部に対向する位置に、円形の開口部が設けられる

請求項 2 記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

十字形の開口部における横方向または縦方向と、Ｌ字形の開口部により規定される二辺のうちの一方の辺とのなす角が略４５度である

請求項２または請求項４記載の液晶表示素子。

【請求項６】

第１透明基板における第１液晶層と反対側の面および第４透明基板における第２液晶層と反対側の面に光学補償フィルムを備え、

第１液晶表示パネルにおける第１液晶層のリタデーションを $\Delta n_1 \cdot d_1$ とし、第２液晶表示パネルにおける第２液晶層のリタデーションを $\Delta n_2 \cdot d_2$ とし、前記光学補償フィルムの厚さ方向に対するリタデーションの合計を R_{th} としたとき、

$0.6 \times (\Delta n_1 \cdot d_1 + \Delta n_2 \cdot d_2) < R_{th}$ 、および、

$R_{th} < 0.9 \times (\Delta n_1 \cdot d_1 + \Delta n_2 \cdot d_2)$ の関係を満たす

請求項１から請求項５のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。

10

【請求項７】

第１透明基板における第１液晶層と反対側の面に第１偏光板を備え、

第４透明基板における第２液晶層と反対側の面に第２偏光板を備え、

前記第１偏光板の偏光軸は、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分のいずれかと平行であり、

前記第２偏光板の偏光軸は、前記第１偏光板の偏光軸と直交する

請求項１から請求項６のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。

【請求項８】

第１液晶表示パネルでは、セグメント表示が行われ、

第２液晶表示パネルでは、フルドット表示が行われる

請求項１から請求項７のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。

20

【請求項９】

第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとが２層に重ねて形成される

請求項１から請求項８のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。

【請求項１０】

小片の開口部の形状が、矩形または円形である請求項１から請求項９のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ＶＡ（Vertical Alignment）型の液晶表示素子に関する。

【背景技術】

【０００２】

液晶表示素子として、電圧が印加されないときの液晶層における液晶分子の配向（初期配向）が基板面に対して略垂直な垂直配向となる液晶表示素子がある。このような液晶表示素子をＶＡ（Vertical Alignment）型の液晶表示素子と呼ぶ。ＶＡ型の液晶表示素子では、誘電異方性が負である液晶が用いられる。そして、液晶層に電圧を印加することによって、液晶（液晶分子）の配向方向を基板面に平行な方向に変化させる。このようなＶＡ型の液晶表示素子の例が特許文献１に記載されている。ＴＮ（Twisted Nematic）型の液晶表示素子やＳＴＮ（Super Twisted Nematic）型の液晶表示素子と比較すると、ＶＡ型の液晶表示素子では応答性が高く、高コントラストの表示を実現することができる（特許文献２参照）。

40

【０００３】

電圧を印加していないときの液晶の配向が基板に対して完全に垂直である場合には、電圧を印加したときに液晶が傾く方向を規定することができない。その結果、液晶の配向が一様にならず表示品位が低下する。そのため、何らかの方法で、プレチルト角を付けるか、電圧印加時に液晶が傾く方向を規定する必要がある。プレチルト角を付ける方法または電圧印加時に液晶が傾く方向を規定する方法として、印加電圧による電界方向を基板面に

50

対して斜めにする斜め電界法、電極等にリブ構造を設けるリブ法、酸化珪素 (SiO_2) を基板に斜めに蒸着する斜め蒸着法等がある。また、垂直配向性の配向膜にラビング処理を施すことによって液晶の配向方向を規定することもできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-207782号公報(段落0002-0004)

【特許文献2】特開2006-11362号公報(段落0014)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

ラビング処理を施す方法では、歩留まりが低下しやすく、また、複数の配向方向を混在させることによる視野角特性の向上が難しいという問題がある。また、電極等にリブ構造を設けるリブ法では、液晶表示素子の製造工程数が多くなり、生産コストが上昇するという問題がある。

【0006】

一方、電極に開口部を形成する方法を用いて配向分割する場合、各サブ画素間での液晶配向状態のばらつきを揃えられるため、視野角等の表示品位を向上させることができる。

【0007】

この技術を利用した表示方法に新たな付加価値をもたせるために、少ない表示エリアであっても複数の情報を表示可能な2層型の液晶表示素子が望まれている。図18は、複数の情報が表示される液晶表示パネルの例を示す説明図である。図18では、第1の液晶表示パネル91に表示されるセグメント表示と第2の液晶表示パネル92に表示されるフルドット表示を重ね、表示部93として表示されていることを示す。

20

【0008】

2層型の液晶表示素子を利用して複数の情報を表示する方法では、駆動するデューティ比に合わせて、各液晶層のリタレーション $\Delta n \cdot d$ や、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ を自由に調整しやすいため、表示の明るさや駆動電圧を液晶層ごとに変えることが可能である。

【0009】

低デューティ比で駆動される液晶表示パネルに表示されるセグメント表示の明るさと、高デューティ比で駆動される液晶表示パネルに表示されるフルドット表示の明るさとは、近い方が好ましい。しかし、2つの液晶表示パネルを駆動するデューティ比の差が大きくなると、液晶層のリタレーション $n \cdot d$ や $\Delta \epsilon$ の調整をただけでは、2つの液晶表示パネルを同じ明るさにするための電圧調整を容易に行うことができないという問題点があった。

30

【0010】

そこで、本発明は、低デューティ比で駆動される表示部と高デューティ比で駆動される表示部とを含む場合に、両表示部の明るさを近づける電圧の調整を容易に行うことができるVA型の液晶表示素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0011】

本発明による液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第1液晶表示パネル(例えば、図1に例示する第1液晶表示パネルP1)と、高デューティ比で駆動される第2液晶表示パネル(例えば、図1に例示する第2液晶表示パネルP2)とを備え、第1液晶表示パネルが、第1の透明電極(例えば、第1の透明電極3)が配置された第1透明基板(例えば、第1透明基板1s)と、第1の透明電極に対向する第2の透明電極(例えば、第2の透明電極4)が配置された第2透明基板(例えば、第1透明基板2s)と、第1透明基板と第2透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第1液晶層(例えば、液晶層7)とを含み、第1の透明電極および第2の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状に設けられ、第1の透明電極に設けられる

50

十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第 2 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第 2 の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第 1 の透明電極において縦方向および横方向に 2 つずつ並ぶ 4 つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図 3 に例示する領域 3 1）の中央に位置し、第 2 液晶表示パネルが、第 3 の透明電極（例えば、第 3 の透明電極 5）が配置された第 3 透明基板（例えば、第 3 透明基板 1 f）と、第 3 の透明電極に対向する第 4 の透明電極（例えば、第 4 の透明電極 6）が配置された第 4 透明基板（例えば、第 4 透明基板 2 f）と、第 3 透明基板と第 4 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第 2 液晶層（例えば、液晶層 8）とを含み、第 3 の透明電極および第 4 の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状に設けられ、第 3 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第 3 の透明電極において縦方向および横方向に 2 つずつ並ぶ 4 つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図 3 に例示する領域 3 1）の中央に位置し、観察者方向から見たときに、第 1 の透明電極の十字形の開口部とその十字形の開口部に最も近い第 2 の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図 5 に例示するサブ画素領域 3 5）である第 1 サブ画素領域（例えば、セグメント表示部サブ画素領域）の一辺の長さが、第 3 の透明電極の十字形の開口部とその十字形の開口部に最も近い第 4 の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図 5 に例示するサブ画素領域 3 5）である第 2 サブ画素領域（例えば、フルドット表示部サブ画素領域）の一辺の長さより短いことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0012】

本発明による他の液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第 1 液晶表示パネル（例えば、図 1 に例示する第 1 液晶表示パネル P 1）と、高デューティ比で駆動される第 2 液晶表示パネル（例えば、図 1 に例示する第 2 液晶表示パネル P 2）とを備え、第 1 液晶表示パネルが、第 1 の透明電極（例えば、第 1 の透明電極 3）が配置された第 1 透明基板（例えば、第 1 透明基板 1 s）と、第 1 の透明電極に対向する第 2 の透明電極（例えば、第 2 の透明電極 4）が配置された第 2 透明基板（例えば、第 1 透明基板 2 s）と、第 1 透明基板と第 2 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第 1 液晶層（例えば、液晶層 7）とを含み、第 1 の透明電極と第 2 の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、規則的に配置された複数の L 字形の開口部（例えば、L 字形の開口部 2 1）が設けられ、各 L 字形の開口部は、少なくとも第 1 の透明電極と第 2 の透明電極とが重なる領域内で、その開口部が設けられる透明電極が、複数の矩形のサブ画素領域であって隣接するサブ画素領域に接続される接続部（例えば、接続部 2 2）を 3 つの角に有する複数の矩形のサブ画素領域（例えば、第 2 サブ画素領域 2 0）に分割されるように設けられ、第 2 液晶表示パネルが、第 3 の透明電極（例えば、第 3 の透明電極 5）が配置された第 3 透明基板（例えば、第 3 透明基板 1 f）と、第 3 の透明電極に対向する第 4 の透明電極（例えば、第 4 の透明電極 6）が配置された第 4 透明基板（例えば、第 4 透明基板 2 f）と、第 3 透明基板と第 4 透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第 2 液晶層（例えば、液晶層 8）とを含み、第 3 の透明電極および第 4 の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状に設けられ、第 3 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第 4 の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第 3 の透明電極において縦方向および横方向に 2 つずつ並ぶ 4 つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図 3 に例示する領域 3 1）の中央に位置することを特徴とする。

【0013】

本発明によるさらに他の液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第1液晶表示パネル（例えば、図1に例示する第1液晶表示パネルP1）と、高デューティ比で駆動される第2液晶表示パネル（例えば、図1に例示する第2液晶表示パネルP2）とを備え、第1液晶表示パネルが、第1の透明電極（例えば、第1の透明電極3）が配置された第1透明基板（例えば、第1透明基板1s）と、第1の透明電極に対向する第2の透明電極（例えば、第2の透明電極4）が配置された第2透明基板（例えば、第1透明基板2s）と、第1透明基板と第2透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第1液晶層（例えば、液晶層7）とを含み、第1の透明電極と第2の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、I字型の開口部が設けられ、I字型の開口部が設けられる透明電極には、第1の方向（例えば、図11に例示する方向62）に所定の間隔（例えば、間隔41）で設けられるI字型の開口部（例えば、開口部42）の集合である第1の開口部集合（例えば、第1の開口部集合45）が複数設けられ、第1の方向に対して垂直な第2の方向（例えば、方向72）に所定の間隔（例えば、間隔43）で設けられるI字型の開口部（例えば、開口部44）の集合である第2の開口部集合（例えば、第2の開口部集合46）が複数設けられ、第1の開口部集合同士が平行に設けられ、第2の開口部集合同士が平行に設けられ、第1の開口部集合に属するI字型の各開口部の間に、第2の開口部集合に属するI字型の開口部が設けられ、第2の開口部集合に属するI字型の各開口部の間に、第1の開口部集合に属するI字型の開口部が設けられ、第2液晶表示パネルが、第3の透明電極（例えば、第3の透明電極5）が配置された第3透明基板（例えば、第3透明基板1f）と、第3の透明電極に対向する第4の透明電極（例えば、第4の透明電極6）が配置された第4透明基板（例えば、第4透明基板2f）と、第3透明基板と第4透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第2液晶層（例えば、液晶層8）とを含み、第3の透明電極および第4の透明電極に、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状に設けられ、第3の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第4の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第4の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第3の透明電極において縦方向および横方向に2つつずつ並ぶ4つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図3に例示する領域31）の中央に位置することを特徴とする。

【0014】

また、L字形の開口部が設けられている透明電極に対向する透明電極には、各サブ画素領域の中央部に対向する位置に、円形の開口部（例えば、円形状の開口部23）が設けられていてもよい。

【0015】

また、十字形の開口部における横方向または縦方向と、L字形の開口部により規定される二辺のうちの一方の辺とのなす角が略45度であることが好ましい。

【0016】

また、第1透明基板における第1液晶層と反対側の面および第4透明基板における第2液晶層と反対側の面に光学補償フィルム（例えば、図1に例示する光学補償フィルムf1, f2）を備えていてもよい。ここで、第1液晶表示パネルにおける第1液晶層のリタデーションを $\Delta n_1 \cdot d_1$ とし、第2液晶表示パネルにおける第2液晶層のリタデーションを $\Delta n_2 \cdot d_2$ とし、光学補償フィルムの厚さ方向に対するリタデーションの合計を R_{th} としたとき、 $0.6 \times (\Delta n_1 \cdot d_1 + \Delta n_2 \cdot d_2) \leq R_{th} \leq 0.9 \times (\Delta n_1 \cdot d_1 + \Delta n_2 \cdot d_2)$ の関係を満たすことが好ましい。

【0017】

第1透明基板における第1液晶層と反対側の面に第1偏光板（例えば、第1偏光板9）を備え、第4透明基板における第2液晶層と反対側の面に第2偏光板（例えば、第2偏光板10）を備え、第1偏光板の偏光軸が、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分のいずれかと平行であり、第2偏光板の偏光軸が、第1偏光板の偏光軸と直交することが好ましい。

【 0 0 1 8 】

例えば、第 1 液晶表示パネルでは、セグメント表示が行われ、第 2 液晶表示パネルでは、フルドット表示が行われる。

【 0 0 1 9 】

具体的には、液晶表示素子は、第 1 液晶表示パネルと第 2 液晶表示パネルとが 2 層に重ねて形成される。

【 0 0 2 0 】

また、例えば、小片の開口部の形状は、矩形または円形である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 1 】

本発明によれば、低デューティ比で駆動される表示部と高デューティ比で駆動される表示部とを含む場合に、両表示部の明るさを近づける電圧の調整を容易に行うことができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 本発明の液晶表示素子の構成例を示す模式的断面図。

【 図 2 】 液晶表示素子のリタデーションを示す説明図。

【 図 3 】 第 1 の実施形態において電極に設けられる開口部の例を示す説明図。

【 図 4 】 十字形の開口部の幅等を示す説明図。

【 図 5 】 第 1 の透明基板 1 s および第 2 の透明基板 2 s に設けられた電極の各開口部の位置関係を示す説明図。

20

【 図 6 】 液晶分子の配向方向と各偏光板の偏光軸との関係の例を示す模式図。

【 図 7 】 矩形の開口部を長方形とした場合の例を示す説明図。

【 図 8 】 第 2 の実施形態において第 1 液晶表示パネルの電極に設けられる開口部の例を示す説明図。

【 図 9 】 サブ画素領域の例を示す説明図。

【 図 1 0 】 コモン電極に円形の開口部を設けた場合の例を示す説明図。

【 図 1 1 】 第 2 の実施形態の変形例において第 1 液晶表示パネルの電極に設けられる開口部の例を示す説明図。

【 図 1 2 】 第 2 の実施形態の変形例の第 1 液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

30

【 図 1 3 】 実施例 1 の第 1 液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【 図 1 4 】 実施例 1 の第 2 液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【 図 1 5 】 実施例 2 の第 1 液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【 図 1 6 】 比較例の第 1 液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【 図 1 7 】 実施例 1、実施例 2 及び比較例における偏光顕微鏡観察の結果を示す図。

40

【 図 1 8 】 第 1 液晶表示パネルと第 2 液晶表示パネルとが液晶表示素子の同一画面上に表示された例を示す説明図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【 0 0 2 4 】

[実施形態 1]

図 1 は、本発明の液晶表示素子の構成例を示す模式的断面図である。本発明の液晶表示素子は V A 型である。液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第 1 液晶パネル P 1 と、高デューティ比で駆動される第 2 の液晶パネル P 2 を含んでいる。ここで、低デュー

50

ティ比による駆動とは、スタティック～1/8デューティの駆動であり、高デューティ比による駆動とは、1/8デューティを超える駆動である。換言すれば、デューティの分母をnとすると、nが9以上の整数の場合を高デューティ比と規定し、nが8以下の正の整数の場合を低デューティ比と規定している。なお、スタティックはnが1の1/1デューティと見なすことができる。

【0025】

本実施形態では、第1液晶表示パネルでは、セグメント表示が行われ、第2液晶表示パネルでは、フルドット表示が行われる場合を例に説明する。また、本実施形態では、液晶表示素子が、第1液晶表示パネルと第2液晶表示パネルとを2層に重ねることにより形成されるものとする。

【0026】

第1液晶表示パネルP1は、第1透明基板1sおよび第2透明基板2sを含み、第1透明基板1sと第2透明基板2sとの間に液晶層7が封止される。液晶層7の液晶分子は、電圧が印加されていないときに垂直配向となり、電圧が印加されると、第1透明基板1sおよび第2透明基板2sに対して水平に配向する。

【0027】

以下、第1透明基板1sおよび第2透明基板2sを単に透明基板1s、2sと記す場合がある。なお、透明基板1s、2s間に液晶層7を封止するために用いられる周辺シール材の図示は省略している。第1透明基板1sには、第1の透明電極3が配置される。第2透明基板2sには、第1の透明電極3に対向するように第2の透明電極4が配置される。本実施形態では、第1の透明電極3がセグメント電極であり、第2の透明電極4がコモン電極である場合を例に説明する。ただし、第1の透明電極3をコモン電極とし、第2の透明電極4をセグメント電極としてもよい。

【0028】

第1液晶表示パネルP1には、表示パターンの形状に合わせて設けられる1つ以上のセグメント電極（第1の透明電極3）が配置され、コモン電極（第2の透明電極4）が、少なくとも表示パターンに対向する領域に配置される。

【0029】

透明基板1s、2sは、例えば、ガラス基板である。また、第1の透明電極3および第2の透明電極4は、例えば、ITO（Indium Tin Oxide）によって形成される。

【0030】

第2液晶表示パネルP2は、第3透明基板1fおよび第4透明基板2fを含み、第3透明基板1fと第4透明基板2fとの間に液晶層8が封止される。液晶層8の液晶分子も、電圧が印加されていないときに垂直配向となり、電圧が印加されると、第3透明基板1fおよび第4透明基板2fに対して水平に配向する。

【0031】

以下、第1透明基板1fおよび第2透明基板2fを単に透明基板1f、2fと記す場合がある。なお、透明基板1f、2f間に液晶層8を封止するために用いられる周辺シール材の図示は省略している。第3透明基板1fには、第3の透明電極5が配置される。第4透明基板2fには、第3の透明電極5に対向するように第4の透明電極6が配置される。

【0032】

第2液晶表示パネルP2には、第3の透明電極5として、複数の列電極が配置され、第4の透明電極6として、列電極に直交する複数の行電極が配置される。なお、第3の透明電極5として、複数の行電極が配置され、第4の透明電極6として、行電極に直交する複数の列電極が配置されるようにしてもよい。本実施形態では、第3の透明電極5が列電極であり、第4の透明電極6が行電極である場合を例に説明する。

【0033】

透明基板1f、2fは、例えば、ガラス基板である。また、第3の透明電極5および第4の透明電極6は、例えば、ITO（Indium Tin Oxide）によって形成される。

【0034】

10

20

30

40

50

第 1 液晶表示パネル P 1 の第 1 透明基板 1 s には、液晶層 7 と反対側の面に光学補償フィルム f 1 および第 1 偏光板 9 が設けられる。また、第 2 液晶表示パネル P 2 の第 4 透明基板 2 f には、液晶層 8 と反対側の面に光学補償フィルム f 2 および第 2 偏光板 1 0 が設けられる。なお、光学補償フィルム f 1 , f 2 は、各透明基板と偏光板との間にそれぞれ設けられる。

【 0 0 3 5 】

偏光板 9 , 1 0 は、互いの吸収軸が直交するように配置される。換言すれば、偏光板 9 , 1 0 は、互いの偏光軸が直交するように配置される。偏光板 9 , 1 0 の配置の詳細については後述する。

【 0 0 3 6 】

なお、図 1 では、第 1 偏光板 9 側の面の方向から画像を観察する場合を例にする。この場合、第 2 偏光板 1 0 側にバックライト（図示略）を配置する。ただし、第 1 偏光板 9 側にバックライトを設け、第 2 偏光板 1 0 側の面から画像を観察する構成であってもよい。

【 0 0 3 7 】

図 2 は、液晶表示素子のリタデーションを示す説明図である。ここで、第 1 液晶表示パネルにおける第 1 液晶層のリタデーションを $\Delta n 1 \cdot d 1$ とし、第 2 液晶表示パネルにおける第 2 液晶層のリタデーションを $\Delta n 2 \cdot d 2$ とする。本実施形態では、液晶表示素子が第 1 液晶表示パネルと第 2 液晶表示パネルとを 2 層に重ねることにより形成されるため、各液晶層のリタデーションの合計 $\Delta n 1 \cdot d 1 + \Delta n 2 \cdot d 2$ が非常に大きくなる。そのため、電圧非印加時や電源オフ時の透過率の角度依存性が大きくなる（すなわち、斜め方向から見たときの透過率が大きくなる）。そこで、広い視野角を得るためには、本実施形態のように、光学補償フィルム f 1 , f 2 を用いた方が好ましい。

【 0 0 3 8 】

図 2 に例示するように、第 1 偏光板 9 , 1 0 には、それぞれ P V A (polyvinyl alcohol) 層を挟むように T A C (Triacetylcellulose) 層が設けられる。偏光板に設けられる T A C 層は、厚さ方向のリタデーションを有している。このリタデーションは、約 5 0 n m とされている。以下、第 1 偏光板 9 における T A C 層の厚さ方向のリタデーションを $R t h \cdot p 1$ 、第 2 偏光板 1 0 における T A C 層の厚さ方向のリタデーションを $R t h \cdot p 2$ とする。

【 0 0 3 9 】

また、図 2 に例示するように、光学補償フィルムを 2 枚使用する場合において、光学補償フィルム f 1 の厚さ方向のリタデーションを $R t h \cdot f 1$ 、光学補償フィルム f 2 の厚さ方向のリタデーションを $R t h \cdot f 2$ とする。この場合、光学補償フィルムの厚さ方向に対するリタデーションの合計を $R t h$ とすると、以下に示す式 1 が成り立つ。

【 0 0 4 0 】

$$R t h = R t h \cdot f 1 + R t h \cdot f 2 + R t h \cdot p 1 + R t h \cdot p 2 \quad (\text{式 } 1)$$

【 0 0 4 1 】

ここで、広い視野角を得るためには、リタデーション $R t h$ が、以下に示す式 2 の関係を満たすことが望ましい。

【 0 0 4 2 】

$$0.6 \times (\Delta n 1 \cdot d 1 + \Delta n 2 \cdot d 2) \leq R t h \leq 0.9 \times (\Delta n 1 \cdot d 1 + \Delta n 2 \cdot d 2) \quad (\text{式 } 2)$$

【 0 0 4 3 】

第 1 の透明電極 3 (セグメント電極) および第 2 の透明電極 4 (コモン電極) には、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状になるように規則的に設けられる。なお、各電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンは同じである。ここでは、小片の開口部として、矩形の開口部を設ける場合を例にして説明する。なお、図 1 に示す模式的断面図では、各電極に設けられる開口部の図示を省略している。

【 0 0 4 4 】

同様に、第 3 の透明電極 5 および第 4 の透明電極 6 にも、それぞれ十字形の開口部およ

10

20

30

40

50

び小片の開口部が格子状になるように規則的に設けられる。ここでは、小片の開口部として、矩形の開口部を設ける場合を例にして説明する。なお、図 1 に示す模式的断面図では、第 3 の透明電極 5 および第 4 の透明電極 6 における開口部の図示を省略している。

【 0 0 4 5 】

図 3 は、第 1 の実施形態において電極に設けられる開口部の例を示す説明図である。図 3 には、第 4 の透明電極 6 に設けられた十字形の開口部および矩形の開口部が例示されているが、第 3 の透明電極 5 にも第 4 の透明電極 6 と同じパターンの十字形の開口部および矩形の開口部が設けられる。同様に、第 1 の透明電極 3 および第 2 の透明電極 4 にも、十字形の開口部および矩形の開口部が設けられる。

【 0 0 4 6 】

十字形の各開口部 1 1 は、十字形の横方向に伸びる部分がそれぞれ直線上に並び、十字形の縦方向に伸びる部分がそれぞれ直線上に並ぶように設けられる。また、十字形の縦、横それぞれに伸びる部分の端部（以下、十字形の端部と記す）1 2 同士が向き合っている部分に、矩形の開口部 1 5 が設けられる。すなわち、図 3 に示すように、隣接する十字形の端部 1 2 の間に矩形の開口部 1 5 が設けられる。

【 0 0 4 7 】

十字形の各開口部 1 1 の形状および大きさは同一であり、矩形の各開口部 1 5 の形状および大きさも同一である。また、十字形の縦方向に伸びる部分と横方向に伸びる部分とのなす角は直角であることが好ましい。矩形の開口部は、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、縦方向に伸びる部分が並ぶ上記直線上に配置される。特に、十字形の開口部の中心同士を結ぶ直線上に矩形の開口部の中心が位置するように矩形の開口部を配置することが好ましい。

【 0 0 4 8 】

図 4 は、十字形の開口部 1 1 の幅等を示す説明図である。十字形の開口部 1 1 の縦、横に伸びる部分の幅は一定である。そして、十字形の縦に伸びる部分の幅と、横に伸びる部分の幅とは共通である。以下、この幅を、「十字形の開口部の幅」と記す（図 4 参照）。

【 0 0 4 9 】

矩形の開口部 1 5 において、矩形の一組の対辺は、その矩形に近接する十字形の開口部 1 1 の端部 1 2 と平行になるように設けられる。そして、十字形の開口部 1 1 の端部 1 2 と平行になる矩形の辺の長さは、十字形の開口部 1 1 の幅と等しい。また、開口部 1 5 は正方形の開口部であってもよい。この場合、正方形の各辺の長さが十字形の開口部 1 1 の幅と等しくなるように、矩形の開口部 1 5 が設けられる。

【 0 0 5 0 】

矩形の開口部の各辺は、十字形の開口部の横方向に伸びる部分の方向、または、十字形の開口部の縦方向に伸びる部分の方向に平行である。

【 0 0 5 1 】

なお、図 3 および図 4 では、十字形の開口部 1 1 同士の間に 2 つの矩形の開口部 1 5 を設ける場合を示しているが、十字形の開口部 1 1 同士の間に設ける矩形の開口部 1 5 の数は 1 つであっても、あるいは 3 つ以上であってもよい。本実施形態では、第 1 の透明電極 3 および第 2 の透明電極 4 には、十字形の開口部 1 1 同士の間に矩形の開口部 1 5 が 1 つ設けられ、第 3 の透明電極 5 および第 4 の透明電極 6 には、十字形の開口部 1 1 同士の間に矩形の開口部 1 5 が 2 つ設けられる場合を説明する。

【 0 0 5 2 】

また、十字形の開口部 1 1 における凹部の頂点（以下、凹頂点と記す。）から、その凹頂点に最も近い十字形の端部までの長さを「十字形の開口部 1 1 の長さ」と記す（図 4 参照）。十字形の開口部 1 1 の長さは縦方向と横方向とで共通である。

【 0 0 5 3 】

また、2 つの十字形の開口部間に設けられる矩形の開口部の配置態様は、縦方向と横方向で共通であることが好ましい。すなわち、矩形の開口部の数、形状、開口部の大きさは、縦方向と横方向で同じであることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

また、後述のサブ画素領域内で液晶分子の配向を均一にするためには、後述のサブ画素領域において対角の頂点となる十字形の開口部の凹頂点同士を結ぶ仮想線を対称にして、矩形の開口部を同一形状、同一配置とすることが好ましい。この仮想線を基準にして対称配置された矩形の開口部によって、サブ画素領域の中心部分だけでなくサブ画素領域の外縁部分においても、仮想線と平行な液晶分子の配向が得られる。

【 0 0 5 5 】

また、十字形の開口部 1 1 における凹頂点から、隣接する十字形の開口部において対応する位置に存在する凹頂点までの距離を「十字形の開口部 1 1 のピッチ」と記す（図 4 参照）。十字形の開口部 1 1 のピッチは、縦方向と横方向とで共通である。

10

【 0 0 5 6 】

第 4 の透明電極 6 における十字形および矩形の開口部の並び方と、第 3 の透明電極 5 における十字形および矩形の開口部の並び方は同一である。そして、十字形の開口部および矩形の開口部の大きさと形状は、第 4 の透明電極 6 と第 3 の透明電極 5 とで共通である。ただし、第 4 の透明電極 6 および第 3 の透明電極 5 の各開口部は、第 4 の透明電極 6 および第 3 の透明電極 5 を対向させたときに、十字形の開口部の位置が互いにずれるように設けられる。

【 0 0 5 7 】

同様に、第 2 の透明電極 4 における十字形および矩形の開口部の並び方と、第 1 の透明電極 3 における十字形および矩形の開口部の並び方は同一である。そして、十字形の開口部および矩形の開口部の大きさと形状は、第 2 の透明電極 4 と第 1 の透明電極 3 とで共通である。ただし、第 2 の透明電極 4 および第 1 の透明電極 3 の各開口部は、第 2 の透明電極 4 および第 1 の透明電極 3 を対向させたときに、十字形の開口部の位置が互いにずれるように設けられる。

20

【 0 0 5 8 】

図 3 に示すように、十字形の開口部 1 1 および矩形の開口部 1 5 を格子状に規則的に設けることにより、十字形の開口部 1 1 の凹頂点 3 3 を頂点とする正方形の領域 3 1 が形成される。具体的には、正方形の領域 3 1 は、縦方向および横方向に 2 つずつ並んだ 4 つの十字形の開口部 1 1 において、対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形である。

【 0 0 5 9 】

第 4 の透明電極 6 に対向する第 3 の透明電極 5 に設けられた十字形の開口部（図 3 において図示せず。）は、表示の観察者方向から見たときに、この正方形の領域 3 1 内に含まれる。換言すれば、第 3 の透明電極 5 に対向する第 4 の透明電極 6 の十字形の開口部 1 1 は、観察者方向から見たときに、第 3 の透明電極 5 側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形（具体的には、縦方向および横方向に 2 つずつ並んだ 4 つの十字形の開口部において、対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形）の領域に位置するように配置される。

30

【 0 0 6 0 】

同様に、第 2 の透明電極 4 に対向する第 1 の透明電極 3 に設けられた十字形の開口部（図 3 において図示せず。）は、表示の観察者方向から見たときに、この正方形の領域 3 1 内に含まれる。換言すれば、セグメント電極（第 1 の透明電極 3）に対向するコモン電極（第 2 の透明電極 4）の十字形の開口部 1 1 は、観察者方向から見たときに、第 1 の透明電極 3 側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形（具体的には、縦方向および横方向に 2 つずつ並んだ 4 つの十字形の開口部において、対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形）の領域に位置するように配置される。

40

【 0 0 6 1 】

第 4 の透明電極 6 に対向する第 3 の透明電極 5 に設けられた十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、正方形の領域 3 1（図 3 参照）の中央位置に存在することが好ましい。この場合、第 3 の透明電極 5 に対向する第 4 の透明電極 6 の十字形の開口部 1 1 は、観察者方向から見たときに、第 3 の透明電極 5 側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする

50

正方形の領域の中央位置に配置されることになる。

【 0 0 6 2 】

同様に、第 2 の透明電極 4 に対向する第 1 の透明電極 3 に設けられた十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、正方形の領域 3 1 (図 3 参照) の中央位置に存在することが好ましい。この場合、セグメント電極 (第 1 の透明電極 3) に対向するコモン電極 (第 2 の透明電極 4) の十字形の開口部 1 1 は、観察者方向から見たときに、セグメント電極側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形の領域の中央位置に配置されることになる。

【 0 0 6 3 】

図 5 は、第 1 の透明基板 1 s および第 2 の透明基板 2 s に設けられた電極の各開口部の位置関係を示す説明図である。図 5 では、第 1 の透明基板 1 s および第 2 の透明基板 2 s を対向させた状態において各開口部を観察者方向から見た場合を模式的に表している。図 5 において、実線で示した十字形および矩形の開口部は第 2 の透明基板 2 s に設けられた電極の開口部を表し、破線で示した十字形および矩形の開口部は第 1 の透明基板 1 s に設けられた電極の開口部を表す。

10

【 0 0 6 4 】

なお、以下の説明では、第 1 の透明基板 1 s における第 1 の透明電極 3 と第 2 の透明基板 2 s における第 2 の透明電極 4 との関係について説明するが、第 3 の透明基板 1 f における第 3 の透明電極 5 と第 4 の透明基板 2 f における第 4 の透明電極 6 との関係も同様である。ただし、両者は、小片の開口部の数が異なり、十字形の開口部のピッチが異なる。

20

【 0 0 6 5 】

コモン電極側の十字形の開口部 1 1 と、その開口部 1 1 に最も近いセグメント電極側の十字形の開口部 4 1 とに着目する。このとき、コモン電極側の十字形の開口部 1 1 の凹頂点のうちの 1 つと、セグメント電極側の十字形の開口部 4 1 の凹頂点のうちの 1 つが互に向き合う。この凹頂点をそれぞれ凹頂点 3 3 a , 3 4 a とする (図 5 参照) 。そして、コモン電極側の開口部 1 1 の凹頂点 3 3 a と、セグメント電極側の開口部 4 1 の凹頂点 3 4 a とを対角の頂点とする矩形を定めることができる。以下、この各凹頂点 3 3 a 、 3 4 a で区画される矩形の領域 3 5 を、サブ画素領域と記す。

【 0 0 6 6 】

図 5 では、サブ画素領域 3 5 となる矩形を 1 つだけ明示しているが、サブ画素領域 3 5 は複数存在する。例えば、コモン電極側における 1 つの十字形の開口部 1 1 に着目した場合、その開口部 1 1 の周囲に 4 つのサブ画素領域 3 5 が存在する。セグメント電極側における 1 つの十字形の開口部 4 1 に着目した場合にも、その開口部 4 1 の周囲に 4 つのサブ画素領域 3 5 が存在する。

30

【 0 0 6 7 】

以下、第 1 の透明電極 3 の十字形の開口部と、その十字形の開口部に最も近い第 2 の透明電極 4 の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域として規定される第 1 サブ画素領域をセグメント表示部サブ画素領域と記すことがある。また、第 3 の透明電極 5 の十字形の開口部と、その十字形の開口部に最も近い第 4 の透明電極 6 の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域として規定される第 2 サブ画素領域をフルドット表示部サブ画素領域と記すことがある。

40

【 0 0 6 8 】

本例では、第 1 の透明電極 3 および第 3 の透明電極 5 に設けられた十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、図 3 に例示する正方形の領域 3 1 の中心位置に存在しているものとする。換言すれば、第 1 の透明電極 3 および第 3 の透明電極 5 にそれぞれ対向する第 2 の透明電極 4 および第 4 の透明電極 6 の十字形の開口部 1 1 は、観察者方向から見たときに、それぞれ第 1 の透明電極 3 および第 3 の透明電極 5 側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形の領域の中心位置に存在しているものとする。このとき、サブ画素領域 3 5 となる矩形は正方形となる。このように、サブ画素領域 3 5 となる矩形が正方形となることが好ましい。

50

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、第 1 の透明電極 3 (セグメント電極) と第 2 の透明電極 4 (コモン電極) の関係、および、第 3 の透明電極 5 と第 4 の透明電極 6 の関係においてサブ画素領域 3 5 が形成されるように、各電極にそれぞれ十字形および矩形の開口部を設ける。このようにすることで、各電極間の液晶層 7 および液晶層 8 (図 1 参照) に電圧を印加した際、サブ画素領域 3 5 における液晶分子の配向方向が規定される。

【 0 0 7 0 】

具体的には、第 1 の透明電極 3 および第 3 の透明電極 5 側の 1 つの十字形の開口部に着目した場合、その開口部 4 1 の周囲の 4 つのサブ画素領域 3 5 においてそれぞれ、液晶分子はほぼ一方向に配向する。すなわち、サブ画素領域において、開口部 4 1 の凹頂点とその対角の頂点とを結ぶ対角線とはほぼ同じ方向に配向する。従って、1 つの十字形の開口部の周囲では、液晶分子はその開口部を中心として 4 方向に配向する。なお、第 2 の透明電極 4 および第 4 の透明電極 6 側の十字形の開口部に着目した場合でも、その開口部の周囲では、液晶分子はその開口部を中心として 4 方向に配向する。このように、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分に対して、液晶はほぼ 45° 方向に配向するため、明るい表示が得られることになる。

【 0 0 7 1 】

なお、開口部と重なる領域の液晶には電圧が印加されず、各電極間の液晶層に電圧を印加した場合であっても、開口部と重なる領域は光透過状態にならない。

【 0 0 7 2 】

本実施形態では、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さが、フルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さより短くなるように、十字形の開口部および矩形の開口部を設ける。すなわち、本実施形態では、低デューティ比で駆動される第 1 液晶表示パネル P 1 におけるサブ画素領域の一辺の長さが、高デューティ比で駆動される第 2 液晶表示パネル P 2 におけるサブ画素領域の一辺の長さより短くなる。そのため、第 2 液晶表示パネル P 2 では明るく広い視野角が得られるとともに、第 1 液晶表示パネル P 1 では、表示の明るさを低下させることができる。したがって、第 1 液晶表示パネル P 1 と第 2 液晶表示パネル P 2 との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【 0 0 7 3 】

また、サブ画素領域の一辺の長さが短いということは、サブ画素領域を区画する開口部が密に存在することになり、画素領域の単位面積当たりの開口部占有面積が大きいこととなる。また、開口部の占有面積が大きくなると、画素領域における表示の寄与面積が小さくなり、開口部がない画素に比べると表示が暗くなる。したがって、フルドット表示領域よりもセグメント表示領域における単位面積当たりの開口部の占有面積が大きくなり、フルドット表示領域よりも明るさを抑えることができ、セグメント表示領域とフルドット表示領域の表示の明るさを合わせることができる。換言すれば、セグメント表示領域の画素における開口部の占有面積をフルドット表示領域の画素における開口部の占有面積よりも大きくすることで、セグメント表示部の表示の明るさを低下させることができ、セグメント表示部とフルドット表示部の明るさの調整を簡便にすることができる。

【 0 0 7 4 】

次に、第 1 偏光板 9 および第 2 偏光板 10 の配置について説明する。第 1 偏光板 9 は、第 1 偏光板 9 自身の偏光軸が、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように配置される。そして、第 2 偏光板 10 は、第 2 偏光板 10 自身の偏光軸が第 1 偏光板 9 の偏光軸と直交するように配置される。この結果、第 2 偏光板 10 の偏光軸は、十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分と平行になる。

【 0 0 7 5 】

図 6 は、液晶層への電圧印加時における液晶分子 3 8 の配向方向と、各偏光板の偏光軸との関係の例を示す模式図である。図 6 に示す例では、第 1 偏光板 9 (図 6 において図示略) の偏光軸 6 1 が、十字形の開口部の横方向に伸びる部分と平行であり、第 2 偏光板 1

10

20

30

40

50

0 (図6において図示略)の偏光軸71が、十字形の開口部の縦方向に伸びる部分と平行である場合を例示している。

【0076】

上記のように第1偏光板9および第2偏光板10を配置した場合、十字形の開口部の周辺のサブ画素領域における液晶分子38は、第1偏光板9の偏光軸61および第2偏光板10の偏光軸71それぞれに対して、ほぼ45度をなす方向に配向する。従って、液晶層に対する電圧印加時に、第2偏光板10を通過した直線偏光は、液晶の複屈折性により、第1偏光板9を通過しやすくなる。よって、液晶表示素子の透過率は向上する。

【0077】

なお、上記のような偏光板9, 10の配置は、第1偏光板9を、第1偏光板9自身の吸収軸が、十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように配置し、第2偏光板10の吸収軸が第1偏光板9の吸収軸と直交するように第2偏光板10を配置することと同じである。

【0078】

以下、十字形や矩形の各開口部やサブ画素領域35の好ましい寸法について説明する。

【0079】

既に説明したように、矩形の開口部15において、矩形の一組の対辺は、その矩形に近接する十字形の開口部11の端部12と平行になるように設けられる。そして、十字形の開口部11の端部12(図4参照)に平行な矩形の開口部15の辺の長さは、十字形の開口部11の幅と等しい。ここで、十字形の開口部11の幅、および、十字形の開口部11の端部12(図4参照)に平行な矩形の開口部15の辺の長さは、7~14 μm の範囲内に設定されていることが好ましい。

【0080】

十字形の開口部11の幅、および、十字形の開口部11の端部12に平行な矩形の開口部15の辺の長さが7 μm 未満である場合、各開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、電圧印加時の液晶分子の良好な配向状態を得にくくなるためである。また、十字形の開口部11の幅、および、十字形の開口部11の端部12に平行な矩形の開口部15の辺の長さが14 μm よりも長いと、開口部の面積が大きくなり(すなわち、点灯に寄与しない部分の面積が増加し)、光透過率が低下するためである。

【0081】

なお、低デューティ比で駆動される第1液晶表示パネルP1のように透過率を低下させる必要がある場合、点灯に寄与しない部分を多くするため、十字形の開口部11の幅、および、十字形の開口部11の端部12に平行な矩形の開口部15の辺の長さを14 μm より大きくしても差し支えない。

【0082】

また、小片の開口部15の形状は、矩形または円形である。なお、小片の開口部15の形状は、多角形や楕円形であってもよいが、四角形以上の正多角形または円形が好ましく、正方形がより好ましい。図7は、開口部15を長方形とした場合の例を示す説明図である。この場合、十字形の開口部11の端部12に対して平行となる開口部15の一对の辺を短辺とし、もう一对の辺を長辺とすればよい。

【0083】

また、第1の実施形態では、十字形の開口部の長さ(図4参照)は5~40 μm の範囲内の長さであることが好ましく、特に、5~30 μm の範囲内にいることが好ましい。十字形の開口部の長さが5 μm 未満である場合、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、電圧印加時の良好な液晶分子の配向状態を得にくくなるためである。

【0084】

また、十字形の開口部の長さが40 μm より長いと、開口部の面積が大きくなり、点灯しない部分の面積が増加するため、光透過率が低下するためである。また、液晶表示素子における第2液晶表示パネルP2のように高いデューティ比で駆動される場合に、十字形の開口部の長さが40 μm より長いと、電圧を印加しない場合の透過率が高くなり、コン

10

20

30

40

50

トラスト比が低下する。よって、第 1 液晶表示パネル P 1 における電極であっても、第 2 液晶表示パネル P 2 における電極であっても、十字形の開口部の長さを $40\ \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0085】

また、サブ画素領域 35 (図 5 参照) は正方形であることが好ましく、また、サブ画素領域 35 の一辺の長さが $20 \sim 60\ \mu\text{m}$ の範囲内に設定されていることが好ましい。サブ画素領域 35 の一辺の長さが $20\ \mu\text{m}$ 未満であると、電極パターニングの影響を受け、サブ画素領域 35 内での液晶分子の配向状態にばらつきが生じるためである。また、サブ画素領域 35 に比べて相対的に開口部の占める割合が大きくなり、光の透過率が低下するためである。また、サブ画素領域 35 の一辺の長さが $60\ \mu\text{m}$ より大きいと、液晶層に電圧を印加したときのサブ画素領域 35 内での液晶分子の配向方向を一方向に揃えにくくなるためである。また、サブ画素領域 35 の面積が大きくなると、表示された画像が粗く見えたり、応答速度が遅くなったりするためである。

10

【0086】

また、十字形の開口部のピッチは、 $60 \sim 140\ \mu\text{m}$ の範囲内に設定されていることが好ましい。十字形の開口部のピッチが $60\ \mu\text{m}$ 未満であると、電極パターニングの影響を受け、サブ画素領域 35 内での液晶分子の配向状態にばらつきが生じるためである。また、サブ画素領域 35 に比べて相対的に開口部の占める割合が大きくなり、光の透過率が低下するためである。また、十字形の開口部のピッチが $140\ \mu\text{m}$ より大きいと、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、サブ画素領域 35 内での液晶分子の配向方向を一方向に揃えにくくなるためである。また、十字形の開口部のピッチが大きいと、表示された画像が粗く見えたり、応答速度が遅くなったりするためである。

20

【0087】

本実施形態において、第 2 の透明電極 4 (コモン電極) には、前述の十字形の開口部 11 および矩形の開口部 15 を規則的に設ければよい。換言すれば、第 2 の透明電極 4 全体に十字形の開口部 11 および矩形の開口部 15 が一様な配列となるように各開口部を設ければよい。なお、第 1 の透明電極 3 (セグメント電極) の形状は、表示したい内容に応じて予め定められている。所望の形状の第 1 の透明電極 3 を形成する場合には、例えば、その第 1 の透明電極 3 を抜き出す前の大きな透明電極板に、前述の十字形の開口部および矩形の開口部を規則的に設け、その透明電極板から所望の形状の第 1 の透明電極 3 を抜き出せばよい。

30

【0088】

第 1 の透明電極 3 が複数存在する場合にも、前述の十字形の開口部および矩形の開口部を規則的に設けた大きな透明電極から第 1 の透明電極 3 を複数抜き出せばよい。この場合、個々の第 1 の透明電極 3 全体に十字形の開口部および矩形の開口部が一様な配列で設けられる。このように第 1 の透明電極 3 を作成すれば、開口部の形成に用いるフォトリソの設計を早く終わることができる点で好ましい。

【0089】

このような液晶表示素子では、各電極の間の液晶層に電圧を印加していない場合、その液晶層の液晶分子は垂直配向となる。すると、第 2 偏光板 10 を通過したバックライトの光は第 1 偏光板 9 に達し、第 1 偏光板 9 で吸収される。従って、バックライトの光は液晶表示素子を通り過ぎず、黒色表示となる。

40

【0090】

また、各電極の間の液晶層 7 および液晶層 8 に電圧を印加した場合、液晶層 7 の液晶分子は透明基板 1s, 2s (図 1 参照) に対して平行になり、液晶層 8 の液晶分子は透明基板 1f, 2f (図 1 参照) に対して平行になる。このとき、既に説明したように、各液晶分子は、各電極の十字形の各開口部の周囲において、開口部を中心として 4 方向に配向する。すなわち、十字形の開口部の周囲の 4 つのサブ画素領域では、その開口部の凹頂点とその対角の頂点とを結ぶ対角線の方に液晶分子が配向する。十字形の各開口部の周囲では、液晶分子が開口部を中心として 4 方向に配向するため、広い視野角を実現することが

50

できる。4つの十字形の開口部で区画されるサブ画素領域はそれぞれの十字形の凹頂点の液晶分子の配向に支配され、1つのサブ画素領域において4つの方向に液晶分子が配向することになる。これを4ドメイン型の配向と称する。

【0091】

また、上述するように、十字形の開口部の周辺のサブ画素領域における液晶分子は、第1偏光板9の偏光軸61および第2偏光板10の偏光軸71に対して、それぞれほぼ45度をなす方向に配向した状態になる(図6参照)。従って、第2偏光板10を通過した直線偏光は、液晶の複屈折性により、第1偏光板9を通過しやすくなり、液晶表示素子の透過率は向上する。その結果、明るい表示が得られる。

【0092】

なお、本実施形態では、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さが、フルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さより短くなるように、十字形の開口部および矩形の開口部を設ける場合について説明した。ただし、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さとフルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さを同じにしてもよい。この場合、第2液晶表示パネルP2における十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分と、第1液晶表示パネルP1における十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分との交差角を変えるように回転させればよい。

【0093】

このように交差角を変えることにより、第1液晶表示パネルP1の透過率が低下するため、第1液晶表示パネルP1における表示の明るさを低下させることができる。このようにしても、第1液晶表示パネルP1と第2液晶表示パネルP2との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【0094】

[実施形態2]

第2の実施形態の液晶表示素子は、第1の透明電極3および第2の透明電極4に設けられる開口部の形態の他は、第1の実施形態と同様である。第2の実施形態の液晶表示素子の模式的断面図も図1と同様であり、以下、適宜図1を参照して説明する。

【0095】

図8は、第2の実施形態において第1液晶表示パネルP1の電極に設けられる開口部の例を示す説明図である。図8(a)が第1の透明電極3(セグメント電極)の例を示し、図8(b)が第2の透明電極4(コモン電極)の例を示している。

【0096】

図8に例示する液晶表示素子では、第1の透明電極3(セグメント電極)に、規則的に配置された複数のL字形の開口部が設けられる。ただし、開口部が設けられる電極は、第1の透明電極3(セグメント電極)ではなく、第2の透明電極4(コモン電極)であってもよい。すなわち、第1の透明電極3と第2の透明電極4のうちいずれか一方の透明電極に、規則的に配置された複数のL字形の開口部が設けられていればよい。また、図8(b)に示す例では、第2の透明電極4(コモン電極)には、開口部は設けられていない。

【0097】

なお、図8(a)では、説明を簡単にするために、L字形の開口部が上下左右に並ぶように回転された状態で図示されている。

【0098】

図8(a)に示すように、第1の透明電極3(セグメント電極)は、L字形の開口部21が規則的に配置されることによって、複数の矩形の領域に分割されたようになっている。以下、このように分割された矩形を第3サブ画素領域と記す。具体的には、第1の透明電極3(セグメント電極)は、以下に説明する複数の第2サブ画素領域20が並ぶ構造になっている。なお、図示していないが、高デューティ比で駆動されるフルドット表示部における電極には、第1実施形態と同様の第2サブ画素領域が4つの十字形開口部で規定されている。

【0099】

10

20

30

40

50

各第3サブ画素領域20は、一つのL字形状の開口部21によって、矩形を構成する4つの角のうちの1つの角と、その角から伸びる二辺が規定される。また、第3サブ画素領域20の残りの3つの角は開口しており、その開口している3つの角を介して、各第3サブ画素領域20は、隣接する4つの第3サブ画素領域20に接続される。以下、各第3サブ画素領域20の説明において、この3つの角に付随し、他の第3サブ画素領域20に接続される部位(領域)を接続部と記す。

【0100】

例えば、図8(a)に図示する第3サブ画素領域s5では、右上の角とその角から伸びる上辺と右辺が、L字形状の開口部(第1の開口部)によって規定される。そして、左辺は、第1の開口部の1つ左に設けられたL字形状の開口部(第2の開口部)によって規定され、下辺は、第1の開口部の1つ下に設けられたL字形状の開口部(第3の開口部)によって規定される。

10

【0101】

図9は、第3サブ画素領域の例を示す説明図である。図9に例示する第3サブ画素領域20は、図8に例示する第3サブ画素領域s5に対応する。図9に例示する第3サブ画素領域s5は、左上の角部(矩形の一角を形成する一定の領域)に、上方向に隣接する第3サブ画素領域s2(図示せず)との接続部22を有している(図9参照)。

【0102】

同様に、図9に例示する第3サブ画素領域s5は、右下の角部に、右方向に隣接する第3サブ画素領域s6(図示せず)との接続部22を有している。また、図9に例示する第3サブ画素領域s5は、左下の角部に下方向に隣接する第3サブ画素領域s8(図示せず)との接続部22および左方向に隣接する第3サブ画素領域s4(図示せず)との接続部22を有している(図9参照)。すなわち、第3サブ画素領域は、L字形状の開口部によって規定される角(図9に示す例では、右上の角)の対角線上に位置する角部に2つの接続部を有する形になっている。

20

【0103】

言い換えると、第1の透明電極3(セグメント電極)にこのようなL字形の開口部を設けることによって、第1の透明電極3が複数の矩形の第3サブ画素領域に分割される。その際、第3サブ画素領域は、隣接する第3サブ画素領域との接続に用いられる接続部を、開口部によって規定される右上の角以外の3つの角部に有する。なお、L字形の開口部は、少なくとも第1の透明電極3と第2の透明電極4とが重なる領域内に設けられる。

30

【0104】

第2の透明電極4(コモン電極)は、少なくとも第1の透明電極(セグメント電極)が重なる領域に配置されていけばよい。

【0105】

なお、第2の実施形態の液晶表示素子において、第2液晶表示パネルP2の電極(すなわち、第3の透明電極5および第4の透明電極6)に設けられる十字形の開口部および小片の開口部の態様は、第1の実施形態と同様である。

【0106】

第3サブ画素領域20は、一辺のサイズ(図8(a)における α)が $40 \sim 85 \mu\text{m}$ であることが好ましい。一辺のサイズを $40 \mu\text{m}$ よりも小さくすると、開口部により生じる斜め電界の影響が大きくなり過ぎて液晶の配向状態が悪くなるからである。

40

【0107】

また、一辺のサイズを $85 \mu\text{m}$ よりも大きくすると、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなって第3サブ画素領域の中央まで液晶配向が得られにくくなり、液晶の配向状態が悪くなるからである。また、第3サブ画素領域の一辺のサイズが大きいと表示された画像が粗く見えたり、応答速度が遅くなったりするためである。

【0108】

また、第3サブ画素領域20の形状は正方形であることが好ましい。換言すると、L字形状の開口部21の内角は 90 度であることが好ましい。

50

【 0 1 0 9 】

なお、上記説明では、第 2 の透明電極 4（コモン電極）に開口部が設けられていない場合を例に説明したが（図 8（b）参照）、第 2 の透明電極 4（コモン電極）に開口部を設けるようにしてもよい。

【 0 1 1 0 】

図 1 0 は、第 2 の透明電極 4（コモン電極）に円形の開口部を設けた場合の例を示す説明図である。図 1 0（a）は、第 1 の透明電極 3（セグメント電極）の例を示す平面図であり、図 1 0（b）は、第 2 の透明電極 4（コモン電極）の例を示す平面図である。なお、図 1 0（a）に例示するセグメント電極は、図 8（a）に例示したセグメント電極と同様である。

10

【 0 1 1 1 】

図 1 0（b）に示すように、第 2 の透明電極 4 に、第 3 サブ画素領域 2 0 の中央部に対向する位置に円形状の開口部 2 3 を形成してもよい。なお、ここでは、第 2 の透明電極 4 に円形状の開口部を形成する場合を例に説明したが、第 2 の透明電極 4 に形成する開口部の形状は、矩形状であってもよく、楕円形状であってもよい。すなわち、第 2 の透明電極 4 に形成する開口部の形状を、小径のドット状にすればよい。

【 0 1 1 2 】

このように、第 2 の透明電極 4 において、第 3 サブ画素領域 2 0 の中心部に対向する位置に円形の開口部を設けることで、液晶の配向状態をより安定させることができ、さらに応答速度を速めることができる。通常、円形の開口部の直径は、7 ~ 14 μm であることが好ましい。直径を 7 μm よりも小さくすると、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、液晶の配向状態が悪くなるからである。また、14 μm よりも大きくすると、開口部によって点灯しない部分が増えるため、透過率が低下するからである。なお、透過率を低下させる必要がある場合には、円形の開口部の直径を 14 μm より大きくしても差し支えない。

20

【 0 1 1 3 】

また、上記説明では、第 1 の透明電極 3（セグメント電極）側に L 字形状の開口部を形成し、その対向電極である第 2 の透明電極 4（コモン電極）側に円形状の開口部を形成する例を示した。ただし、第 2 の透明電極 4（コモン電極）に L 字形状の開口部を形成し、第 1 の透明電極 3（セグメント電極）に円形状の開口部を形成するようにしてもよい。

30

【 0 1 1 4 】

また、L 字形状の開口部 2 1 や円形状の開口部 2 3 の配置は、各セグメント電極に対してそれぞれ個別に決定してもよいが、表示領域全体を通して一様な配列となるようにしたほうが、フォト版の設計を早く終わることができる点で好ましい。この場合、表示領域全体に対して開口部の配置を決めた後で、各セグメント電極の部分あるいは表示パターンとなる領域の電極部分に開口部を残すようにすればよい。

【 0 1 1 5 】

また、第 1 偏光板 9 自身の吸収軸が十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように第 1 偏光板 9 が配置され、第 2 偏光板 1 0 の吸収軸が第 1 偏光板 9 の吸収軸と直交するように第 2 偏光板 1 0 が配置される。このとき、L 字形の開口部の伸びる部分（すなわち、L 字形の開口部により規定される二辺のうちの一方）と、偏光板の偏光軸および吸収軸とのなす角が、ほぼ 45° になることが望ましい。すなわち、十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分と、L 字形の開口部の伸びる部分とのなす角が、ほぼ 45° になることが望ましい。開口部をこのように形成することで、応答速度を速めることができる。

40

【 0 1 1 6 】

また、第 1、第 2 の実施形態において、液晶表示素子に、VA 用の光学補償フィルムとして使用されている C プレートや 2 軸フィルムを設けてもよい。これらを設けることにより、オフ（OFF）時の透過率の角度依存性が良好になり、さらに広視野角が得られる。

【 0 1 1 7 】

50

以上のように、第2の実施形態では、第1液晶表示パネルP1の液晶層7における液晶配向を、第1の透明電極3（セグメント電極）にL字形の開口部を設けることで回転配向型としている。回転配向型としたことで、直交する2方向に偏光軸を有する偏光板を通過するとき、回転配向した一部の光が透過できないようにすることができる。そして、第2液晶表示パネルP2の液晶層8における液晶配向を、各電極に十字形の開口部を設けることで、4方向に配向する4ドメイン型にした。このようにすることで、第2液晶表示パネルP2では明るく広い視野角が得られ、第1液晶表示パネルP1では、第1の実施形態と同様に、表示の明るさを大きく低下させることができるため、第1液晶表示パネルP1と第2液晶表示パネルP2との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

10

【0118】

次に、第2の実施形態の変形例を説明する。上記説明では、第1液晶表示パネルP1の液晶層7における液晶配向を回転配向型にするため、セグメント電極にL字形の開口部を設ける場合について説明した。本変形例では、セグメント電極に設けられる開口部の形状がL字形以外の場合を説明する。

【0119】

図11は、第2の実施形態の変形例において第1液晶表示パネルP1の電極に設けられる開口部の例を示す説明図である。図11(a)が第1の透明電極3（セグメント電極）の例を示し、図11(b)が第2の透明電極4（コモン電極）の例を示している。

20

【0120】

図11に例示する液晶表示素子では、第1の透明電極3（セグメント電極）に、I字型の開口部が設けられる。

【0121】

第1の透明電極3（セグメント電極）には、第1の方向62に所定の間隔41で設けられるI字型の開口部42の集合（以下、第1の開口部集合45と記す。）が複数設けられる。さらに、第1の透明電極3（セグメント電極）には、第1の方向62に対して垂直な第2の方向72に所定の間隔43で設けられるI字型の開口部44の集合（以下、第2の開口部集合46と記す。）が複数設けられる。

【0122】

このとき、第1の開口部集合45同士は平行に設けられ、第2の開口部集合46同士も平行に設けられる。また、第1の開口部集合45に属するI字型の各開口部42の間に、第2の開口部集合46に属するI字型の開口部44が設けられる。同様に、第2の開口部集合46に属するI字型の各開口部44の間に、第1の開口部集合45に属するI字型の開口部42が設けられる。ただし、各開口部は、少なくとも第1の透明電極3と第2の透明電極4とが重なる領域内に設けられる。また、各開口部42の間に設けられる開口部44の中心が、間隔41の中央に位置し、各開口部44の間に設けられる開口部42の中心が、間隔43の中央に位置する。

30

【0123】

また、本変形例の第3サブ画素領域40は、図11(a)に示すように、第1の方向62に平行に設けられるI字型の開口部42と、第2の方向72に平行に設けられるI字型の開口部44の向かい合う長辺同士を対辺とする四角形の領域として規定される。

40

【0124】

なお、図11(b)に例示するコモン電極は、図10(b)に例示したコモン電極と同様である。すなわち、第2の透明電極4において、第3サブ画素領域40の中心に対向する位置に円形状の開口部23が形成される。ただし、コモン電極には、開口部が形成されていなくてもよい。

【0125】

図12は、本変形例の第1液晶表示パネルP1におけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図である。図12(a)では、長さが70 μ m、幅が10 μ mのI字型の開口部が配置され、平行に配置されるI字型の開口部間の幅が40 μ mである場合のセ

50

グメント電極を例示している。この場合、第3サブ画素領域40の一辺の長さは40 μm になる。また、図12(b)では、第3サブ画素領域40の中心に対向する位置に直径10 μm の開口部23が形成されているコモン電極を例示している。

【0126】

本変形例では、第1の透明電極3(セグメント電極)側に矩形の開口部を形成し、その対向電極である第2の透明電極4(コモン電極)側に円形状の開口部を形成する例を示した。ただし、第2の透明電極4(コモン電極)に矩形の開口部を形成し、第1の透明電極3(セグメント電極)に円形状の開口部を形成するようにしてもよい。

【0127】

また、第1偏光板8の吸収軸が十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように第1偏光板8が配置され、第2偏光板9の吸収軸が第1偏光板8の吸収軸と直交するように第2偏光板が配置される。このときI字形の開口部の伸びる部分と、偏光板の吸収軸とのなす角がほぼ45°になることが好ましい。換言すれば、十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分と、I字形の開口部の伸びる部分とのなす角をほぼ45°とする。開口部をこのように配置にすることで応答速度を向上することができる。

【0128】

以上のように、第2の実施形態の変形例では、第1液晶表示パネルP1の液晶層7における液晶配向を、第1の透明電極3(セグメント電極)においてI字型の開口部を垂直に交互に設けることで回転配向型とし、第2液晶表示パネルP2の液晶層8における液晶配向を、各電極に十字形の開口部を設けることで、4方向に配向する4ドメイン型にした。このようにすることで、第2液晶表示パネルP2では明るく広い視野角が得られ、第1液晶表示パネルP1では、表示の明るさを大きく低下させることができるため、第1液晶表示パネルP1と第2液晶表示パネルP2との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【実施例1】

【0129】

実施例1は、第1の実施形態の液晶表示素子を実現した実施例である。

【0130】

図13(a)は、実施例1の第1液晶表示パネルにおけるセグメント電極の一部を示す拡大図である。図13(b)は、実施例1の第1液晶表示パネルにおけるコモン電極の一部を示す拡大図である。図14(a)は、実施例1の第2液晶表示パネルにおける列電極の一部を示す拡大図である。図14(b)は、実施例1の第2液晶表示パネルにおける行電極の一部を示す拡大図である。

【0131】

第1液晶表示パネルにおいて、セグメント電極及びコモン電極に形成する開口部の形状及び大きさをほぼ同一にする。具体的には、十字形の開口部の長さを10 μm 、十字形の開口部の幅および正方形の開口部の一辺の長さを10 μm 、十字形の開口部のピッチを60 μm とし、隣接する十字形の開口部の間に、正方形の開口部を1つ設ける(図13参照)。ここで、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分が、液晶表示素子の長辺と平行になるようにした。また、セグメント電極およびコモン電極を対向させたときに、セグメント電極の十字形の開口部とコモン電極の十字形の開口部とが縦方向および横方向に30 μm ずれるようにパターニングした。この場合、サブ画素領域は、一辺の長さが20 μm の正方形になる。

【0132】

次に、第1透明基板1sおよび第2透明基板2sの液晶層側の面に、垂直性の配向膜を成膜し、リタレーション $\Delta n \cdot d$ を469nmにした。また、液晶材料として、誘電異方性($\Delta \epsilon$)が-4.4のものをを用い、第1透明基板1sおよび第2透明基板2sの間に液晶層7(図1参照)を封止した。

【0133】

10

20

30

40

50

一方、第2液晶表示パネルでは、縦方向に伸びる短冊状の複数の列電極と、これに交差する短冊状の複数の行電極をパターンニングした。具体的には、各列電極および各行電極を、それぞれ線幅 $340\mu\text{m}$ 、線間 $10\mu\text{m}$ とした。また、第2液晶表示パネルにおいて、セグメント電極及びコモン電極に形成する開口部の形状及び大きさをほぼ同一にする。具体的には、十字形の開口部の長さを $10\mu\text{m}$ 、十字形の開口部の幅および正方形の開口部の一辺の長さを $10\mu\text{m}$ 、十字形の開口部のピッチを $100\mu\text{m}$ とし、隣接する十字形の開口部の間に、正方形の開口部を3つ設ける(図14参照)。第1液晶表示パネルと同様に、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分が、液晶表示素子の長辺と平行になるようにした。また、セグメント電極およびコモン電極を対向させたときに、セグメント電極の十字形の開口部とコモン電極の十字形の開口部とが縦方向および横方向に $50\mu\text{m}$ ずれるようにパターンニングした。この場合、サブ画素領域は、一辺の長さが $40\mu\text{m}$ の正方形になる。

10

【0134】

次に、第3透明基板1fおよび第4透明基板2fの液晶層側の面に、垂直性の配向膜を成膜し、リタデーション $\Delta n \cdot d$ を 900nm にした。また、液晶材料として、誘電異方性($\Delta\epsilon$)が -2.7 のものをいい、第3透明基板1fおよび第4透明基板2fの間に液晶層8(図1参照)を封止した。

【0135】

第1偏光板9として、株式会社ポラテクノ製の000R220N-VH39L2SZ-K1($R_e=7\text{nm}$ 以下、 $R_{th}=220\text{nm}$ の光学補償フィルム付偏光板)を用いた。第2偏光板10として、株式会社ポラテクノ製の045R660N2-VH39L2S($R_e=45\text{nm}$ 、 $R_{th}=660\text{nm}$ の光学補償フィルム付偏光板)を用いた。

20

【0136】

液晶表示素子の長辺方向を基準軸として、観察者方向から見たときの基準軸から第1偏光板9(図1参照)の吸収軸までの反時計回りの角度を θ_1 とした場合、 $\theta_1=0^\circ$ になるように第1偏光板9を配置した。また、基準軸から第2偏光板10(図1参照)の吸収軸までの反時計回りの角度を θ_2 とした場合、 $\theta_2=90^\circ$ になるように第2偏光板10を配置した。なお、本実施例では、第1偏光板9と第2偏光板10の吸収軸が直行するように配置したが、第1偏光板9と第2偏光板10の偏光軸が直行するように配置してもよい。

30

【0137】

本実施例の液晶表示素子は、リタデーションの合計 R_{th} ($R_{th} \cdot f_1 + R_{th} \cdot f_2 + R_{th} \cdot p_1 + R_{th} \cdot p_2$)が、 $R_{th}=220\text{nm}+660\text{nm}+50\text{nm}+50\text{nm}=980\text{nm}$ になる。これは、上記式2の関係を満たす。

【0138】

以上のように作製した液晶表示素子の第2液晶表示パネルを、デューティ比 $1/48$ で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。

40

【0139】

また、以上のように作製した液晶表示素子の第1液晶表示パネルを、デューティ比 $1/4$ で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。さらに、後述する比較例の場合と比較すると、第1液晶表示パネルの明るさを約30%低下させることができるので、電圧の調整しやすく、第1液晶表示パネルの明るさを第2液晶表示パネルの明るさに近づけることができた。

【実施例2】

【0140】

実施例2は、第2の実施形態の液晶表示素子を実現した実施例である。

【0141】

50

図 1 5 (a) は、実施例 2 の第 1 液晶表示パネルにおけるセグメント電極の一部を示す拡大図である。図 1 5 (b) は、実施例 2 の第 1 液晶表示パネルにおけるコモン電極の一部を示す拡大図である。なお、第 2 液晶表示パネルの電極の形態は、図 1 4 に例示する実施例 1 の態様と同様である。

【 0 1 4 2 】

第 1 液晶表示パネルにおいて、セグメント電極には、規則的に配置された複数の L 字形の開口部を設ける。具体的には、L 字形の開口部の幅を $10\ \mu\text{m}$ 、サブ画素領域の一辺のサイズを $55\ \mu\text{m}$ とする。また、第 1 液晶表示パネルのコモン電極には、サブ画素領域の中央部に円形の開口部を設ける (図 1 5 参照) 。

【 0 1 4 3 】

なお、透明基板 1 s , 2 s に成膜する配向膜および液晶層 7 に封止される液晶材料は、第 1 の実施例と同様である。また、本実施例の第 2 液晶表示パネルは、第 1 の実施例の第 2 液晶表示パネルと同様である。また、第 1 偏光板 9 および第 2 偏光板 1 0 に用いられた素材および配置方法も、第 1 の実施例と同様である。すなわち、本実施例の液晶表示素子も、リタデーションの合計 R_{th} が上記式 2 の関係を満たす。

【 0 1 4 4 】

以上のように作製した液晶表示素子の第 2 液晶表示パネルを、デューティ比 $1/48$ で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。

【 0 1 4 5 】

また、以上のように作製した液晶表示素子の第 1 液晶表示パネルを、デューティ比 $1/4$ で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。さらに、後述する比較例の場合と比較すると、第 1 液晶表示パネルの明るさを約 40% 低下させることができるので、電圧の調整しやすく、第 2 液晶表示パネルの明るさを第 2 液晶表示パネルの明るさに近づけることができた。

【 0 1 4 6 】

[比較例]

比較例では、第 1 液晶表示パネルにおける電極の形態と、第 2 液晶表示パネルの電極の形態とが同一である場合について説明する。図 1 6 (a) は、比較例の第 1 液晶表示パネルにおけるセグメント電極の一部を示す拡大図である。図 1 6 (b) は、比較例の第 1 液晶表示パネルにおけるコモン電極の一部を示す拡大図である。

【 0 1 4 7 】

第 1 液晶表示パネルにおいて、セグメント電極及びコモン電極に形成する開口部の形状及び大きさをほぼ同一にする。具体的には、十字形の開口部の長さを $10\ \mu\text{m}$ 、十字形の開口部の幅および正方形の開口部の一辺の長さを $10\ \mu\text{m}$ 、十字形の開口部のピッチを $100\ \mu\text{m}$ とし、隣接する十字形の開口部の間に、正方形の開口部を 3 つ設ける (図 1 6 参照) 。ここで、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分が、液晶表示素子の長辺と平行になるようにした。また、セグメント電極およびコモン電極を対向させたときに、セグメント電極の十字形の開口部とコモン電極の十字形の開口部とが縦方向および横方向に $50\ \mu\text{m}$ ずれるようにパターンニングした。この場合、サブ画素領域は、一辺の長さが $40\ \mu\text{m}$ の正方形になる。

【 0 1 4 8 】

なお、透明基板 1 s , 2 s に成膜する配向膜および液晶層 7 に封止される液晶材料は、第 1 の実施例と同様である。また、本実施例の第 2 液晶表示パネルは、第 1 の実施例の第 2 液晶表示パネルと同様である。また、第 1 偏光板 9 および第 2 偏光板 1 0 に用いられた素材および配置方法も、第 1 の実施例と同様である。すなわち、本実施例の液晶表示素子も、リタデーションの合計 R_{th} が上記式 2 の関係を満たす。

【 0 1 4 9 】

10

20

30

40

50

以上のように作製した液晶表示素子の第2液晶表示パネルを、デューティ比1/48で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。

【0150】

また、以上のように作製した液晶表示素子の第1液晶表示パネルを、デューティ比1/4で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。

【0151】

しかし、比較例の場合、第1液晶表示パネルと第2液晶表示パネルの明るさが大きく異なる。そのため、第1液晶表示パネルの電圧を調整して、第2液晶表示パネルの明るさに近づけることを試みた。しかし、比較例の第1液晶表示パネルでは、電圧に対する明るさの変化量が大きいため、電圧を調整するだけで明るさを第2液晶表示パネルと同じにするのは困難であった。

【0152】

この結果から、実施例1に示すように、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さがフルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さより短くなるように十字形の開口部および矩形の開口部を設けることで、第1液晶表示パネルと第2液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【0153】

また、実施例2に示すように、第1液晶表示パネルのセグメント電極にL字形の開口部を設けることで第1液晶表示パネルの液晶配向を回転配向型とし、第2液晶表示パネルの各電極に十字形の開口部を設けることで液晶配向を4ドメイン型にすることで、第1液晶表示パネルと第2液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【0154】

すなわち、実施例1と実施例2のいずれの場合も、第1液晶表示パネルの明るさを低下させているため、第1液晶表示パネルと第2液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整が容易になる。

【0155】

図17は、液晶層に電圧を印加した状態で、両電極が対向する領域に対して偏光顕微鏡観察を行った結果を示す。図17(a)は、実施例1の第1液晶表示パネル(すなわち、セグメント表示部)を偏光顕微鏡観察した結果である。図17(b)は、実施例2の第1液晶表示パネル(すなわち、セグメント表示部)を偏光顕微鏡観察した結果である。図17(c)は、比較例の第1液晶表示パネル(すなわち、セグメント表示部)を偏光顕微鏡観察した結果である。図17(d)は、実施例1、実施例2および比較例の第2液晶表示パネル(すなわち、フルドット表示部)を偏光顕微鏡観察した結果である。

【0156】

図17を参照すると、図17(a)および図17(b)に示す観察結果の方が、図17(d)に示す観察結果よりも透過率が低下していることがわかる。一方、図17(c)に示す観察結果と、図17(d)に示す観察結果を比較すると、透過率にほとんど差がないことがわかる。このように、第1液晶表示パネルの明るさがすでに低下していることから、第1液晶表示パネルと第2液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことができる。また、本発明は種々偏光が可能である。さらに、デューティ比に係らず、表示領域によって表示の明るさを変えるために、開口部の占有面積やサブ画素領域の配向のドメイン種を変更してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0157】

本発明は、VA型の液晶表示素子に好適に適用可能である。

10

20

30

40

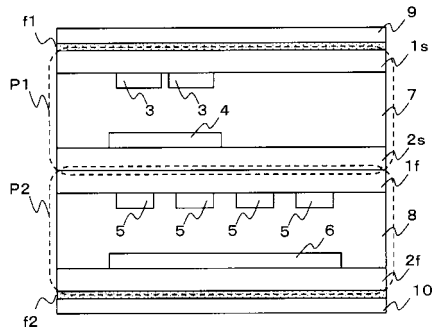
50

【符号の説明】

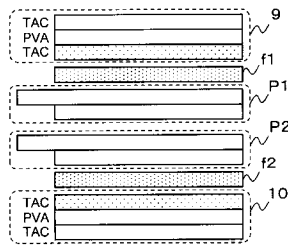
【0158】

1 s	第1透明基板	
2 s	第2透明基板	
1 f	第3透明基板	
2 f	第4透明基板	
3	第1の透明電極	
4	第2の透明電極	
5	第3の透明電極	
6	第4の透明電極	10
7, 8	液晶層	
9	第1偏光板	
10	第2偏光板	
11, 41	十字形の開口部	
15, 42, 43	矩形の開口部	
20, 40	第3サブ画素領域	
21	L字形の開口部	
22	接続部	
23	円形状の開口部	
31, 35	サブ画素領域	20
33, 33a, 34a	凹頂点	
91	セグメント表示部	
92	フルドット表示部	
93	表示部	
f1, f2	光学補償フィルム	
P1	第1液晶表示パネル	
P2	第2液晶表示パネル	

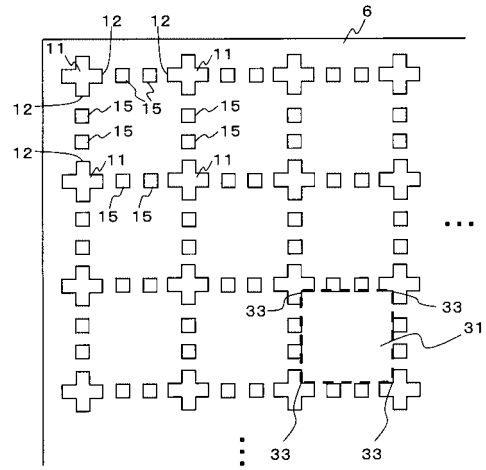
【図 1】



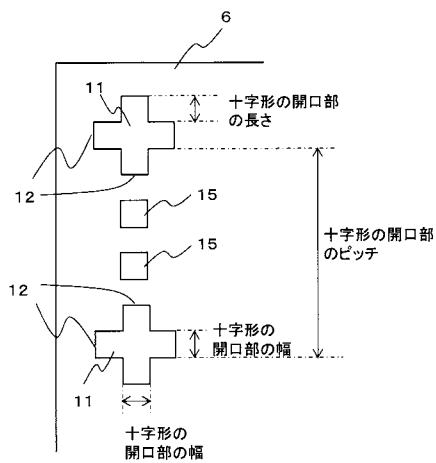
【図 2】



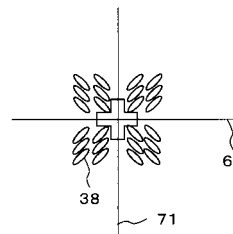
【図 3】



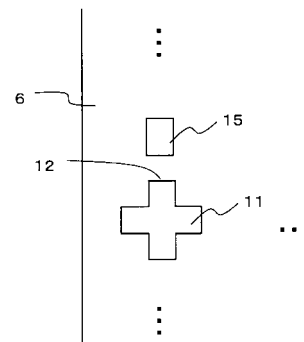
【図 4】



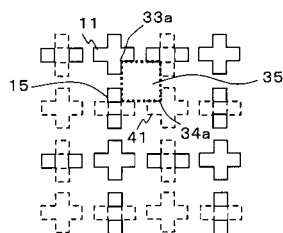
【図 6】



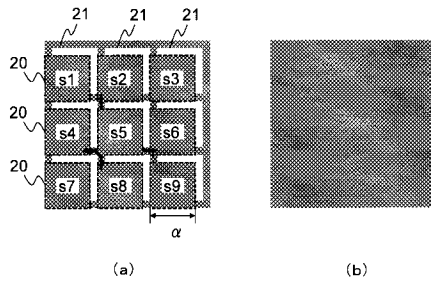
【図 7】



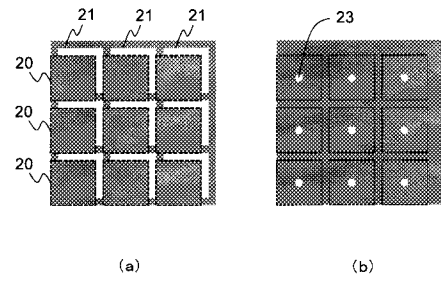
【図 5】



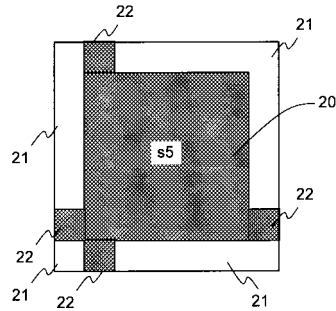
【図 8】



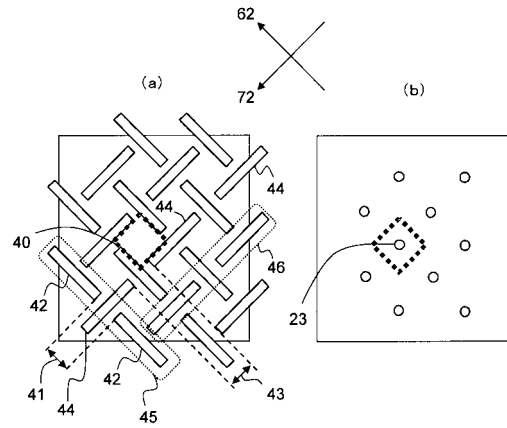
【図 10】



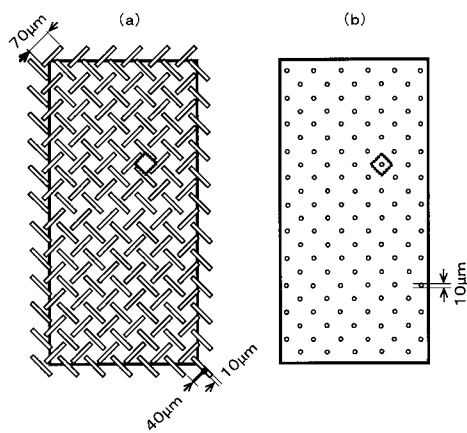
【図 9】



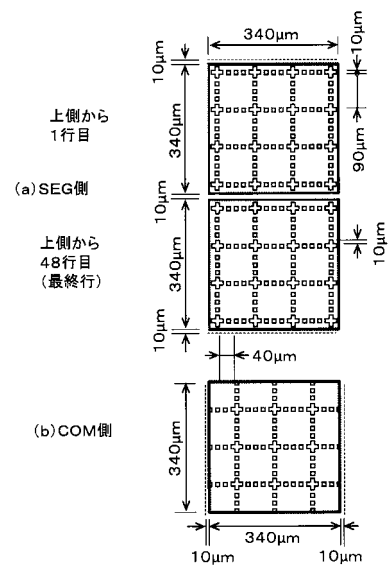
【図 11】



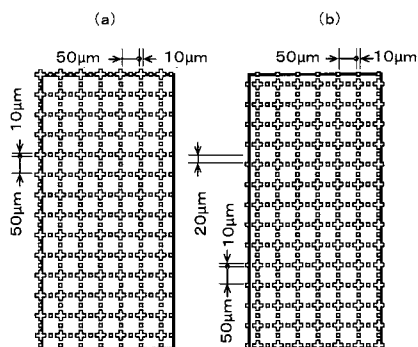
【図 12】



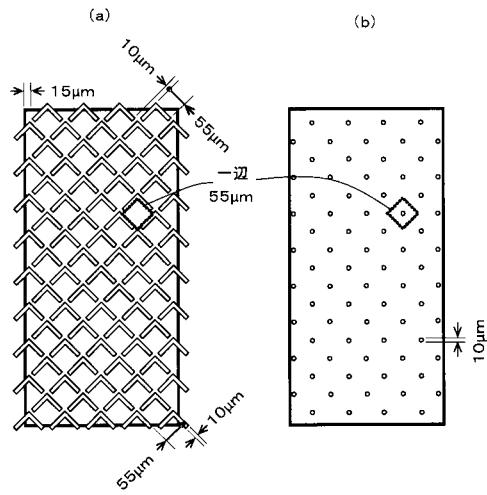
【図 14】



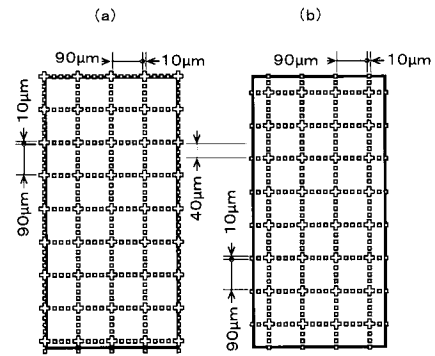
【図 13】



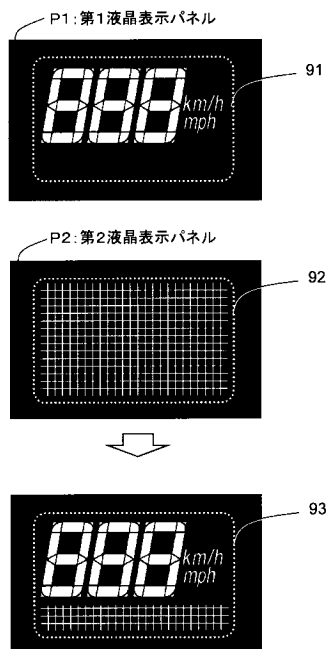
【図 15】



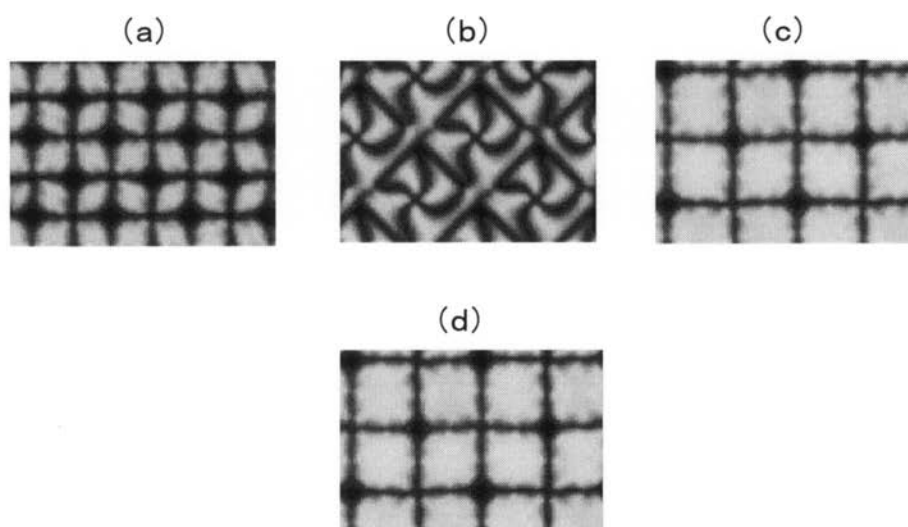
【図 16】



【図 18】



【 図 17 】



专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	JP2013156394A	公开(公告)日	2013-08-15
申请号	JP2012016128	申请日	2012-01-30
[标]申请(专利权)人(译)	京瓷显示器株式会社		
申请(专利权)人(译)	京瓷显示器有限公司		
[标]发明人	早田祐二		
发明人	早田 祐二		
IPC分类号	G02F1/1333 G02F1/13363		
FI分类号	G02F1/1333 G02F1/13363 G02F1/133.545 G02F1/1337.505 G02F1/1343 G02F1/1347		
F-TERM分类号	2H189/AA27 2H189/HA16 2H189/JA10 2H189/JA30 2H189/JA33 2H189/LA03 2H189/LA16 2H189/LA17 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FD10 2H191/FD13 2H191/GA04 2H191/HA11 2H191/HA34 2H191/HA37 2H191/JA10 2H191/LA21 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FD10 2H291/FD13 2H291/GA04 2H291/HA11 2H291/HA34 2H291/HA37 2H291/JA10 2H291/LA21		
代理人(译)	岩冬树 盐川正人		
其他公开文献	JP5926964B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：在单个液晶显示器中便于调节电压以使两个显示器的亮度彼此接近，其中一个显示器以低占空比驱动而另一个显示器是以高占空比驱动。解决方案：在观察者方向上，第一子像素区域由正方形区域（35）形成，该正方形区域具有作为对角线上的角的第一透明电极的十字形开口的角和十字的角。最接近十字形开口的第二透明电极的开口形状彼此面对。第二子像素区域由正方形区域（35）形成，所述正方形区域具有作为对角线上的角的第三透明电极的十字形开口的角部和第四透明的十字形开口的角部。最接近十字形开口的电极彼此面对。第一子像素区域的边长小于第二子像素区域的长度。

